

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-317522

(43)公開日 平成9年(1997)12月9日

| (51)Int.Cl. ⁶ | 類別記号 | 序内整理番号 | P I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-------|--------|--------------|---------|
| F 02 D 41/04 | 3 3 0 | | F 02 D 41/04 | 3 3 0 J |
| 41/14 | 3 3 0 | | 41/14 | 3 3 0 A |
| 43/00 | 3 0 1 | | 43/00 | 3 0 1 B |
| | | | | 3 0 1 H |
| 45/00 | 3 0 1 | | 45/00 | 3 0 1 G |

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-298393

(22)出願日 平成8年(1996)11月11日

(31)優先権主張番号 特願平7-292255

(32)優先日 平7(1995)11月10日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 中村 優久

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

(72)発明者 松尾 典幸

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

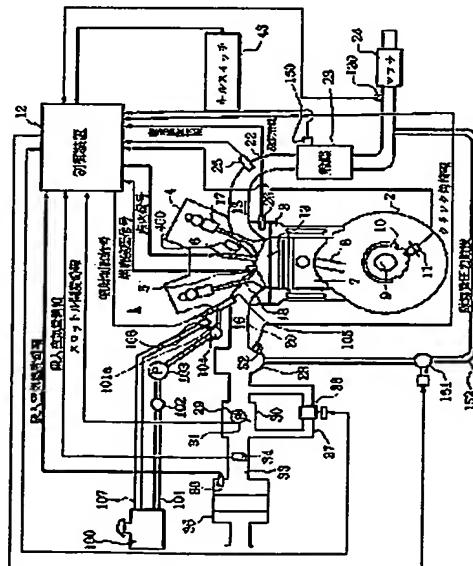
(74)代理人 弁理士 鶴谷 俊雄

(54)【発明の名称】 エンジンの制御方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【解決手段】 エンジンの制御方法は、負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、希薄混合気が燃焼室内に形成されるよう設定した燃料供給量の初期値データを持ち、1又は複数のクランク角における1又は複数の燃焼割合を、負荷或いは回転数の何れか一方に対応した1又は複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリするか、1又は複数の所定燃焼割合に到達する1又は複数のクランク角を、同様方法により1又は複数の目標クランク角のマップデータとしてメモリするかの一方、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、燃料供給量を増加、又は減少するか、所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、燃料供給量を増加、又は減少するかの何れかの燃料供給量制御を実施する。



(2)

特開平9-317522

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定した燃料供給量の初期値とのデータを持ち、1または複数の所定クランク角における1または複数の燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、1または複数の所定燃焼割合に到達する1または複数のクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、1または複数の所定燃焼割合を検知し、この1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小さな時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が大きな時燃料供給量を減少するか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を増加し、検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少するかのいずれかの燃料供給量制御を実施することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項2】目標燃焼割合に許容幅を持たせ、マップデータの目標燃焼割合より大きい第1目標燃焼割合と、マップデータの目標燃焼割合より小さい第2目標燃焼割合とを設定し、前記検知燃焼割合の方が第2目標燃焼割合より小さな時燃料供給量を増加し、前記検知燃焼割合の方が第1目標燃焼割合より大きな時燃料供給量を減少し、前記検知燃焼割合が第1目標燃焼割合と第2目標燃焼割合の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするか、目標クランク角に許容幅を持たせ、マップデータの目標クランク角より進んだ第1目標クランク角と、マップデータの目標クランク角より遅れた第2目標クランク角とを設定し、前記第1目標クランク角より検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少し、検知クランク角の方が第2目標クランク角より遅れている時燃料供給量を増加し、前記検知クランク角が第1目標クランク角と第2目標クランク角の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするかのいずれかの燃料供給量制御を実施することを特徴とする請求項1記載のエンジンの制御方法。

【請求項3】負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、いずれかの燃料供給量制御を実施することを特徴とする請求項1または請求項2記載のエンジンの制御方法。

【請求項4】負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した点火時期の初期値をデータとして持ち、1または複数の所定クランク角における1または複数の

燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、1または複数の所定燃焼割合に到達する1または複数のクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するかの一方、この1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小さな時点火時期を進め、検知燃焼割合の方が大なる時点火時期を遅らせるか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時点火時期を進め、検知クランク角の方が遅れている時点火時期を遅らせるかのいずれかの点火時期制御を実施することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のエンジンの制御方法。

【請求項5】負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づき点火時期制御と、前記燃料供給量制御とを実施する一方、負荷或いはエンジン回転数が前記条件にない時前記燃焼割合に基づく点火時期制御のみを実施するようになることを特徴とする請求項4記載のエンジンの制御方法。

【請求項6】点火時期制御と燃料供給量制御とのを交互に実施することを特徴としている請求項4または請求項5記載のエンジンの制御方法。

【請求項7】第1の所定回数の点火時期制御と、第2の所定回数の燃料供給量制御を交互に実施することを特徴とする請求項4または請求項5記載のエンジンの制御方法。

【請求項8】第2の所定回数より第1の所定回数を同じく多くしたことを特徴とする請求項7記載のエンジンの制御方法。

【請求項9】少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定すると共に、エンジン負荷が小さなほど、希薄混合気の空燃比を大きくできるように設定した燃料供給量の初期値のデータを持つことを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載のエンジンの制御方法。

【請求項10】前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく点火時期制御と、前記燃料供給量制御とを実施する。負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方の第1の運転条件の時使用する目標燃焼割合を、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく点火時期制御のみを実施する第2の運転条件の時使用する目標燃焼割合より小さくするようにしたことを特徴とする請求項5乃至請求項8

(3)

特開平9-317522

3

のいすれかに記載のエンジンの制御方法。

【請求項1】前記検知燃焼割合或いは前記検知クランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までのクランク角と、圧縮行程開始から点火までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項10のいすれかに記載のエンジンの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、2サイクル火花点火エンジン或いは4サイクル火花点火エンジンの制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】2サイクル火花点火エンジン或いは4サイクル火花点火エンジンにおいて、例えば排気管路にO₂センサーを配置し、排気ガス濃度からA/F値を算出し、この算出値を目標値に近づけるように燃料供給量、或いは空気流量を制御してNO_xを低減するものがある。

【0003】また、燃焼室の圧力を検知し、エンジンの平均有効圧を算出し、この算出データに基づき点火時期をフィードバック制御を行なうものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この従来技術に基づいて、低中負荷領域においても安定した希薄燃焼を低燃費を得るために、このフィードバック制御を実施することが考えられる。

【0005】しかし、A/F値のみを目標値に近づけても、点火時期により燃焼状態が変化し、エンジンの出力が低下し安定回転が得られなくなったり、或いはエンジンの出力が高くなる分NO_x値が高くなったりする。

【0006】また、エンジンの平均有効圧力を算出し、この算出データに基づき点火時期をフィードバックしエンジンの出力を高めることができても、燃焼が急激である場合にはNO_x値が高くなったりする。

【0007】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、発明者は、所定クランク角までの燃焼割合がエンジン出力にも排気エミッションにも高い相関があることを発見し、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とした燃費向上させるエンジンの制御方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、請求項1記載のエンジンの制御方法は、少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定した燃料供給量の初期値とのデータを持ち、1または複数の所定クラ

4

ンク角における1または複数の燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、1または複数の所定燃焼割合に到達する1または複数のクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するかの一方、この1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小さな時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が大きな時燃料供給量を減少するか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を増加し、検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少するかのいすれかの燃料供給量制御を実施することを特徴としている。

【0009】このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小さな時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が大きな時燃料供給量を減少するか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を増加し、検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少するかのいすれかの燃料供給量制御を実施し、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0010】請求項2記載の発明のエンジンの制御方法は、目標燃焼割合に許容幅を持たせ、マップデータの目標燃焼割合より大きい第1目標燃焼割合と、マップデータの目標燃焼割合より小さい第2目標燃焼割合とを設定し、前記検知燃焼割合の方が第2目標燃焼割合より小なる時燃料供給量を増加し、前記検知燃焼割合の方が第1目標燃焼割合より大なる時燃料供給量を減少し、前記検知燃焼割合が第1目標燃焼割合と第2目標燃焼割合の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするか、目標クランク角に許容幅を持たせ、マップデータの目標クランク角より進んだ第1目標クランク角と、マップデータの目標クランク角より遅れた第2目標クランク角とを設定し、前記第1目標クランク角より検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少し、検知クランク角の方が第2目標クランク角より遅れている時燃料供給量を増加し、前記検知クランク角が第1目標クランク角と第2目標クランク角の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするかのいすれかの燃料供給量制御を実施することを特徴としている。

【0011】このように、目標燃焼割合に許容幅を持たせマップデータの目標燃焼割合に基づき、また目標クラ

(4)

特開平9-317522

5

ンク角に許容帽を持たせマップデータの目標クランク角より燃料供給量制御を実施し、箇單且つ正確に所定クランク角までの燃焼割合か、所定燃焼割合に到達するクランク角度に基づき燃料供給量制御を行ない、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0012】請求項3記載の発明のエンジンの調御方法は、負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、いずれかの燃料供給量制御を実施することを特徴としている。

【0013】このように、負荷或いはエンジン回転数に基づき燃料供給量制御を行ない、エンジン出力を安定させる。

【0014】請求項4記載の発明のエンジンの調御方法は、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した点火時期の初期値をデータとして持ち、1または複数の所定クランク角における1または複数の燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、1または複数の所定燃焼割合に到達する1または複数のクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した1または複数の目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するかの一方、この1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる時点火時期を進め、検知燃焼割合の方が大なる点火時期を遅らせるか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時点火時期を進め、検知クランク角の方が進んでいる時点火時期を遅らせるかのいずれかの点火時期制御を実施することを特徴としている。

【0015】このように、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる時点火時期を進め、検知燃焼割合の方が大なる点火時期を遅らせるか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時点火時期を進め、検知クランク角の方が進んでいる時点火時期を遅らせるかのいずれかの点火時期制御を実施し、所定クランク角までの燃焼割合に基づき点火時期制御を行ない排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0016】請求項5記載の発明のエンジンの調御方法は、負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づき点火時期制御

6

と、前記燃料供給量制御とを実施する一方、負荷或いはエンジン回転数が前記条件にない時前記燃焼割合に基づく点火時期制御のみを実施するようにしたことを特徴としている。

【0017】このように、検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく点火時期制御と、燃焼割合に基づく点火時期制御とを効果的に実施することによって排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0018】請求項6記載の発明のエンジンの調御方法は、点火時期制御と燃料供給量制御とのを交互に実施することを特徴としている。

【0019】このように、点火時期制御と燃料供給量制御とのを交互に実施して、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0020】請求項7記載の発明のエンジンの調御方法は、第1の所定回数の点火時期制御と、第2の所定回数の燃料供給量制御を交互に実施することを特徴としている。

【0021】このように、第1の所定回数の点火時期制御と、第2の所定回数の燃料供給量制御を交互に実施して、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0022】請求項8記載の発明のエンジンの調御方法は、第2の所定回数より第1の所定回数を同じく多くすることを特徴としている。

【0023】このように、第2の所定回数より第1の所定回数を同じく多くし、燃料供給量制御を効果的に行ない、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0024】請求項9記載の発明のエンジンの調御方法は、少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定すると共に、エンジン負荷が小なるほど、希薄混合気の空燃比を大きくできるよう設定した燃料供給量の初期値のデータを持つことを特徴としている。

【0025】このように、燃料供給量の初期値のデータを持ち、正確かつ容易な調御を確保し、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0026】請求項10記載の発明のエンジンの調御方法は、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく点火時期制御と、前記燃料供給量制御とを実施する、負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方の第1の運転条件の時使用する目標燃焼割合を、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく点火時期制御のみを実施する第2の運転条件の時使用する目標燃焼割合より小さくするようにしたことを特徴としている。

90

(5)

特開平9-317522

7

8

【0027】このように、第1の運転条件の時使用する目標燃焼割合を、点火時期制御のみを実施する第2の運転条件の時使用する目標燃焼割合より小さくし、燃料供給量制御を適正に行ない、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させる。

【0028】請求項1記載の発明のエンジンの制御方法は、前記検知燃焼割合或いは前記検知クランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までのクランク角と、圧縮行程開始から点火までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにして特徴としている。

【0029】このように、燃焼圧力を検知し、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、この発明のエンジンの制御方法を図面に基づいて詳細に説明する。

【0031】図1はこの発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。このエンジン1はクランクケース2と、その上部のシリンダ本体3とシリンダヘッド4により構成される。シリンダ本体3内にはピストン7が直接棒8を介して駆動可能に装着され、直接棒8はクランク軸9に追結されている。クランク軸9には所定の歯数を有するリングギヤ10が装着され、このリングギヤ10の回転位置を換出してクランク角及びエンジン回転数を計測するためのエンジン回転数センサを兼ねるクランク角センサ11が備えられている。シリンダヘッド4とピストン7との間に燃焼室13が形成され、この燃焼室13に臨むように点火プラグ400が設けられている。

【0032】また、燃焼室13内の燃焼圧力を検出するための燃焼室圧センサ5がシリンダヘッド4側に設けられる。シリンダヘッド4及びシリンダ本体3の適当な位置に冷却水シャケット6が形成されている。燃焼室13には排気通路15及び吸気通路16が追連し、その開口部に排気弁17及び吸気弁18がそれぞれ設けられる。排気通路15に接続された排気管22の途中には排ガス浄化用三元触媒等の触媒23が設けられ、途部にはマフラー24が設けられている。排気管22には酸素濃度センサ(O₂センサ)25及び排気管温度センサ120が設けられ、それぞれ制御装置12に追結されている。

【0033】シリンダヘッド4には温度センサ26が装着され、燃焼室13の温度情報が制御装置12に送られる。また、触媒23には制御装置12に連絡された触媒温度センサ150が設けられる。制御装置12にはさらにエンジン1のキルスイッチ43が接続され、エンジン駆動制御の停止情報を得る。

【0034】一方、吸気通路16には吸気管2りが接続され、吸気管20は吸気分配管28を介して各気筒に連

結される。吸気分配管28には吸気管圧力センサ32が装着され、吸気管圧力情報が制御装置12に送られる。

吸気分配管28と排気管22とを連結してEGR管152が設けられる。EGR管152には制御装置12に連絡されたEGR調整弁151が設けられる。吸気分配管28には吸気管33を介してエアクリーナ35が接続される。

エアクリーナ35には吸入空気温度センサ36が設けられ、吸入空気温度情報が制御装置12へ送られる。

吸気管33の途中には吸気量調整器30が設けら

れ、吸気量調整器30にはスロットル弁29が装着され

ている。

【0035】スロットル弁29にはスロットル開度センサ31が設けられ、このスロットル開度センサ31は制御装置12に連絡される。吸気量調整器30部分の吸気管33にはスロットル弁迂回通路37が設けられ、この迂回通路37には迂回通路開度調整弁38が設けられている。迂回通路開度調整弁38は制御装置12に連絡される。吸気管33内には、熱線式吸入空気量センサ34が設けられ、吸入空気量情報が制御装置12に送られる。

【0036】吸気通路16の吸気弁18の上流側には、各気筒の吸気ポート毎にインジェクタ105が設けられ

る。インジェクタ105は制御装置12に連絡され、運転状態に応じて演算された最適噴射量の制御信号が送られ

る。各インジェクタ105には各気筒に連絡する燃料管101aを介して燃料が送られる。燃料管101aは

燃料分配管104から分岐し、この燃料分配管104には燃料タンク100から燃料供給管101を通し、さら

にフィルタ102を介して燃料ポンプ103により燃料が送られる。インジェクタ105から噴射されなかった燃

料は、燃料戻り管107を通して燃料タンク100に回収される。燃料戻り管107にはレギュレータ106が設けられ、燃料噴射圧力を一定に保つようになってい

る。

【0037】図2はエンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。以下各ステップを説明する。

【0038】ステップS11：イニシャライズが行なわれ、各フラグ値及び各変数値に初期値がセットされる。

【0039】ステップS12：吸入空気温度センサ36からの吸入空気温度情報、熱線式吸入空気量センサ34からの吸入空気量情報、スロットル開度センサ31からのスロットル開度情報、吸気管圧力センサ32からの吸気管圧力情報、触媒温度センサ150からの触媒温度情報、クランク角センサ11からのクランク角情報、温度センサ26からの温度情報、排気管温度センサ120からの排気管温度情報、酸素濃度センサ25からの酸素濃度情報及び不図示のオイルセンサからのオイル残量情報を取り込み、そのデータをメモリA(i)に記憶する。

エンジン負荷は、アクセル位置あるいはスロットル開度

(5)

9

として把握できる。このスロットル開度とエンジン回転数が決れば、定常運転時の場合吸入空気量が決るので吸入空気量を直接検知してエンジン負荷とみなすことができる。また、吸気管負圧はエンジン回転数が決れば、スロットル開度と一定の関係があるので、吸気管負圧を検知してエンジン負荷とみなすことができる。

【0040】ステップS13：キルスイッチ43のON、OFF及び不図示のスタートスイッチのON、OFF等のスイッチ情報を取り込み、メモリB(+)に記憶する。キルスイッチ43は緊急停止用のスイッチであり、直列用エンジンには備えられないで、例えば小型船舶用エンジンに備えられる。

【0041】ステップS14：前記ステップ12において取り込んだセンサ情報と、前記ステップ13で取り込んだスイッチ情報を基づき運転状態の判定し、この運転状態①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、A⑩に対応してメモリ中の変数Cに対応した値を入力する。

【0042】運転状態①・・・スロットル開度が所定値以上、エンジン回転数が所定値以上かつスロットル開度の変化率が所定値以下の中高速回転、中高速負荷かつ急加減速状態でない一定アクセル状態あるいは緩アクセル操作状態の時、MBT (Minimum Advance Ignition for Best Torque) 制御状態と判定し、変数Cに1をメモリする。

【0043】運転状態②・・・スロットル開度の変化率が所定値以上の場合には、過渡運転状態と判定し、変数Cに2をメモリする。

【0044】運転状態③・・・スロットル開度が所定値以下かつエンジン回転数が所定域、例えば1000 rpm～5000 rpmの間の場合、希薄燃焼制御状態と判定し、変数Cに3をメモリする。

【0045】運転状態④・・・エンジン回転数が所定限界値以上のオーバレボ、エンジン温度が所定値以上のオーバヒート等のエンジン異常状態の時、異常運転状態と判定し、変数Cに4をメモリする。

【0046】運転状態⑤・・・エンジン温度が所定値以下かつスタートスイッチONの時、コールドスタート状態と判定し、変数Cに5をメモリする。

【0047】運転状態⑥・・・メインスイッチOFFあるいはキルスイッチOFFの時、エンジン停止要求状態と判定し、変数Cに6をメモリする。

【0048】運転状態⑦・・・クラッチ中立の時または、エンジン回転数が所定値以下か、アイドルSW(スロットル全閉SW)がONの時アイドルモードと判定し、変数Cに7をメモリする。

【0049】運転状態⑧・・・EGR制御(排気ガスの一部を吸気系に再循環させる制御)でスイッチがONの時EGR制御モードと判定し、変数Cに8をメモリする。

特開平9-317522

10

【0050】運転状態⑨・・・エンジン温度が所定値以上かつスタートスイッチがONの時通常エンジンスタート状態と判定し、変数Cに9をメモリする。

【0051】運転状態A⑩・・・火花点火前の燃焼室内圧力の異常に昇り燃焼室圧力の推移異常等を燃焼室データから検知した場合、ブレイケーション状態やノックキング状態等の異常燃焼状態と判定し、変数Cに10をメモリする。

【0052】また、同一の変数C値で、フラグP=1のまま何回目のメインルーチンにおけるステップS14かをチェックし、所定回Rを越える場合P=0とする。

【0053】C=1のときRの値はRc=1

C=2のときRの値はRc=2

C=3のときRの値はRc=3

として変更すると、

Rc₁ < Rc₂ < Rc₃

となる。

【0054】前回のメインルーチンにおけるC値と今回のC値が異なる場合、P=0とする。

【0055】ステップS15：モード運転実行か否かの判断が行なわれ、変数Cが4、6、9のいずれかの場合には、ステップS20に移行し、それ以外の場合には、ステップS16に移行する。

【0056】ステップS16：フラグPの値に基づき、P=0の場合、メモリ中のマップデータ(図5に相当するもの)により、エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求め、その結果をメモリDに入れる。また、基本点火時期、基本燃料噴射開始時期、基本燃料噴射量もメモリ中のそれぞれ図5と同様のマップデータ(エンジン回転数と負荷の関数として与えられる値を図示したもの)から求め、それぞれメモリE⁽¹⁾、E⁽²⁾、E⁽³⁾に入れる。その後、P=1にする。但し、P=0でも変数Cが5の場合には、コールドスタート用の目標燃焼割合マップに基づき目標燃焼割合を求め、メモリDにその値を記憶させる。P=1の場合は、何もせずステップS17へ移行する。

【0057】燃焼割合とは燃焼1サイクルで燃焼する燃料に対するあるクランク角度までに燃焼した燃料の割合をいう。この燃焼割合の計算方法について、1つの方法は、燃焼1サイクル中の所定の複数点での燃焼室圧力データを一次近似式により求める方法であり、もう1つはサンプリングした圧力値から熱発生量を熱力学的な式で計算して所定のクランク角(例えば上死点)までの燃焼割合を求める方法である。両方の方法とも真の値に非常に近い計算結果が得られた。この場合、燃焼室圧力のデータは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間の第1の期間のクランク角における燃焼室圧力を検出して求める。この場合、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角とは、燃焼室の圧力が最も低下して大気圧に近づいた状態の範囲内でのクランク角

(7)

特開平9-317522

11

であり、例えば下死点またはその近傍である。即ち、4サイクルエンジンでは、図6に示す様に爆発後の下死点からの排気行程により燃焼室内の燃焼ガスが排出され上死点に近づくに従って燃焼室内の圧力が低下し大気圧に近づく。上死点後の吸入行程では新気導入のため大気圧に近い状態が維持され、吸気行程を経て排気弁17が閉じて開始される下死点後の圧縮行程から徐々に圧力が高められる。このような燃焼室内の圧力が低下して大気圧に近づいた範囲の内1点での燃焼室内の圧力が検出される。図6中クランク角 α_0 はBDCに取っているが、圧縮行程の初期であれば、BDCの後でも良い。勿論BDCの前の吸気工程中のクランク角でも良い。一方、2サイクルエンジンでは、図21に示す様に爆発後ピストンが下がるとともに圧力が低下し排気口が開くと共に従って燃焼室の圧力がさらに低下し、排気口が開くとクランク室から新気が導入されるため大気圧に近づく。排気口が閉じた状態で下死点からピストンが上昇し排気口が閉じ続いている間に排気口が開じると、圧縮が始り圧力が徐々に高まる。即ち、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間とは、排気口が開いて排気開始後に排気口が閉じた状態で排気口が開いて吸気が開始されてから、排気口が閉じて圧縮が開始されるまでの間をいう。図21中では、クランク角 α_0 をBDCに取っている。

【0058】圧縮後上死点前或いは後に火花点火が行われる。(図6、図21中それぞれ矢印とSで表したクランク角において火花点火が開始される。)火花点火が開始されて僅かに遅れて着火し燃焼が開始される。各請求項で言う点火開始とはこの着火燃焼が開始される瞬間のことである。すなわち、圧縮行程開始から着火燃焼開始までの期間である第2の期間のクランク角(図6、図21ともクランク角 α_1)において燃焼室内の圧力が検知される。この後、点火開始(着火燃焼開始)から爆発燃焼行程中、排気行程の開始されるまでの期間である第3の期間の内的2つのクランク角(図6、図21において例えば、クランク角 $\alpha_2 \sim \alpha_3$ 、あるいはクランク角 $\alpha_2 \sim \alpha_4$ 、あるいはクランク角 $\alpha_3 \sim \alpha_4$ あるいはクランク角 $\alpha_2 \sim \alpha_5$ 、あるいはクランク角 $\alpha_4 \sim \alpha_5$ において燃焼室内の圧力が検知される。この期間の内的2つのクランク角の内一方のクランク角は最高燃焼圧力となるクランク角より前であることが望ましい。また、各請求項で言う4つ以上のクランク角例えば5点以上のクランク角において燃焼室内の圧力が検知する場合には、第1あるいは第2の期間の圧力測定クランク角点の数を増加させても良い。また、望ましくは図6、図21の実施例のように、第3の期間内において3つ以上のクランク角において圧力検知しても良い。ディーゼルエンジンでは圧縮後上死点前或いは上死点後燃焼室内への燃料噴射が開始され、少し遅れて自然着火により燃焼が始まる。即ち、ディーゼルエンジンでは各請求項に記載する点火開始とはこの自然着

12

火が開始される瞬間のことを言う。なお燃料噴射開始から自然着火が開始までの着火遅れをエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとして予め求め、これを織り込んで第2の期間内の圧力測定クランク角及び第3の期間内の圧力クランク角点をエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとしてメモリ中に記憶しておくよにして燃焼室の圧力測定を行う。

【0059】このような第1の期間1点、第2の期間1点、第3の期間2点の合計少なくとも4点のクランク角度における燃焼室圧力を検出し、これを一次近似式より燃焼割合を演算する。この近似式は

$$\text{燃焼割合 } q_x = a + b_1 * (P_1 - P_0) + b_2 * (P_2 - P_0) + \dots + b_n * (P_n - P_0)$$

【0060】上式から分かるように、 q_x は圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し、各々基準圧力 P_0 を引いたものに、 $b_1 \sim b_n$ の定数を掛けたものと予め設定された定数 a を加えたもので表される。

【0061】同様 P_{all} も圧力データ $P_1 \sim P_n$ に対し各々基準圧力 P_0 を引いたものに $C_1 \sim C_n$ の予め設定された定数を掛けたものと予め設定された定数を加えたもので表される。

【0062】ここで P_0 は大気圧レベルの点(前述のように例えばBDC近傍のクランク角度)の燃焼室圧力であり、センサのドリフト等によるオフセット修正を補正するために $P_1 \sim P_n$ の各圧力値から引いてある。また P_1 は、第1の期間のクランク角 α_1 における燃焼圧力、また P_2 は、第2の期間のクランク角 α_2 における燃焼室圧力である。 $P_3 \sim P_n$ は第3の期間のクランク角 $\alpha_3 \sim \alpha_n$ (この実施例では $n=5$)である。

【0063】このような簡単な一次近似式による演算により短時間で着火後の所定のクランク角までの燃焼割合が正確に実際の値とはほぼ同じ値が算出される。従って、このような燃焼割合を用いてエンジンの点火時期や空燃比を制御することにより、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができるとともに、応答性が高められ、着火燃焼制御やECU制御を行なう場合等に的確に運転状態に追従して出力変動を抑えることができる。また燃焼が急激に進行することによるNOxの発生を防止できる。2番目の q_x 算出方法において、2つの圧力測定点(クランク角度)間に発生した熱量は、両圧力測定点における差圧を ΔP 、燃焼室容積差を ΔV 、2つの測定点の内の前側の圧力値及び燃焼室容積値を P 及び V 、Aは熱等容、Kは比熱比、Rは平均ガス定数、P0はBDCでの圧力値とすると、熱発生量

$$Q_x = A / (K - 1) * ((K + 1) / 2 * \Delta P * \Delta V + K * (P - P_0) * \Delta V + V * \Delta P)$$

として求めることができる。

【0064】また、所定圧力測定点までの燃焼割合は、燃焼がほぼ終了したときのクランク角を圧力測定点とし

(8)

13

て選定し、点火時に近いクランク角を同様に圧力測定点として選定し、その間の測定された各圧力測定点の間に上記熱発生量 Q_x の演算をしたものを総和したもので、最初の圧力測定点から、所定の圧力測定点（所定のクランク角）までの間について上記 Q_x の演算をしたものを総和したものを割ったものである。

【0065】即ち、燃焼割合 $q_x = \text{任意のクランク角度までに燃えた熱量} / \text{全ての熱量} \times 100\% = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100$ である。

【0066】以上のような計算方法により、所定の複数のクランク角における燃焼室圧力を計測し（図3のステップS112において）、そのデータに基づいて所定クランク角までの燃焼割合を正確に算出することができる（図7のステップS201において）。この燃焼割合を用いてエンジンを制御することにより、安定した出力及びエンジン回転が得られる。

【0067】ステップS17：吸入空気温度情報、吸気管負圧情報により燃料噴射のための噴射量の補正演算を行なう。即ち、吸入空気温度が高いと空気密度が低くなるので、実質的空気流量が減る。このため燃焼室での空燃比が低くなる。このため燃料噴射量を減らすための補正量を算出する。

【0068】ステップS18：エンジン負荷、エンジン回転数に応じた基本燃料噴射開始、基本燃料噴射量、基本点火時期はステップS16で求められE⁽¹⁾に入れる。これを基にステップS17で求めた補正量及びメモリA⁽¹⁾にメモリされたそれらの情報を応じ、燃料噴射補正量、点火時期補正量を求め、各自基準値に加えて制御量を求める。この制御量は、点火開始時期はメモリE⁽¹⁾とし、点火期間はメモリE⁽²⁾とし、P=1の時は噴射開始時期、噴射終了時期をF⁽³⁾、F⁽⁴⁾、P=0の時は、噴射開始時期、噴射終了時期をE⁽³⁾、E⁽⁴⁾に入れる。

【0069】これを、メモリE⁽¹⁾に入れる。同様に、メモリA⁽¹⁾にメモリされた情報に応じてサーボモータ群、ソレノイドバルブ群の制御量を算出し、メモリG⁽¹⁾に入れる。

【0070】ステップS19：メモリG⁽¹⁾の制御量に応じ、サーボモータ群、ソレノイドバルブ群等のアクチュエータを駆動制御する。

【0071】ステップS20：エンジン停止要求の判断を行ない、変数Cが6の場合にはステップS21に移行し、それ以外の場合にはステップS22に移行する。

【0072】ステップS21：メモリE⁽¹⁾ i=1～4を0とする停止データのセットを行ない、或は点火ブレーキ400を失火させる。

【0073】ステップS22：変数Cが9か否かの判断を行ない、変数Cが9の通常エンジンスタートの場合にはステップS23に移行し、そうでない場合にはステッ

特開平9-317522

14

プS25に移行する。

【0074】ステップS23：メモリF⁽¹⁾に始動用の予めメモリに入れてあるデータ、即ち、点火時期を選角、燃料噴射量を僅かに増量させるためのデータをセットする。

【0075】ステップS24：始動モータを駆動する。

【0076】ステップS25：変数Cが4の場合であり、メモリF⁽¹⁾に異常内容に対応したデータ、例えばオーバレボならば失火、オーバヒートならばスロットル開度を絞りつつ燃料噴射量を増量させるデータをセットする。

【0077】次に、図3の割込みルーチン①について説明する。この割込みルーチン①は、所定角度のクランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0078】ステップS111：所定クランク角毎に割込みルーチン①が実行されるように、すなわち次のクランク角度における割込みが発生するようにタイマーをセットする。

20 【0079】ステップS112：割込みが発生したクランク角度の圧力データを取り込みメモリに入れる。

【0080】ステップS113：全てのクランク角の圧力データがメモリに取り込まれたらステップS114に移行する。

【0081】ステップS114～S115：変数Cが10か否かをチェックし、C=10の場合異常燃焼としてステップS115の異常燃焼防止ルーチンを行わないリターンする。そうでない時はステップS116に移る。

【0082】ステップS116：C=2か否かをチェックして過渡状態かどうかを判定し、そうである時はステップS116aで過渡制御ルーチンを実行して点火時期やA/Fを補正してリターンする。そうでなければステップS117に移る。

【0083】ステップS117：C=5か否かをチェックしてコールドスタートかどうか判定し、そうである時はステップS117aでコールドスタート制御ルーチンを実行し、点火時期を補正してリターンする。そうでなければステップS118に移る。

【0084】ステップS118：C=8か否かをチェックしてEGR制御モードかどうか判定し、そうである時はステップS118aでEGR制御ルーチンを実行してEGR率や点火時期を補正してリターンする。またそうでなければステップS119に移る。

【0085】ステップS119：C=3か否かをチェックして希薄燃焼モードかどうか判定し、そうである時はステップS119aで希薄燃焼制御ルーチンを実行して、A/Fや点火時期を補正してリターンする。またそうでなければステップS120に移る。

【0086】ステップS120：C=7か否かをチェックしてアイドリングモードかどうか判定し、そうである

(9)

15

時はステップS120aでアイドリング制御ルーチンを実行してA/Fや点火時期を補正してリターンする。またそうでなければステップS121でMBT制御ルーチンを実行して点火時期を補正してリターンする。

【0087】次に、図4の割込みルーチン②について説明する。この割込みルーチン②は、基準クランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0088】ステップS121：この割込みルーチン②は、エンジン回転、所定クランク角にて1回実行されるため、周期を計測する。

【0089】ステップS122：エンジン回転数を計算する。

【0090】ステップS123：メモリF_{(i), i=1~4}の制御データに基づきタイマに点火開始時期、点火終了時期、噴射開始時期、噴射終了時期をセットする。タイマは、セットされたタイミングで点火装置、噴射装置を起動する。

【0091】次に、図2及び図3で説明した目標燃焼割合の算出について詳細に説明する。

【0092】図5はエンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求めるためのマップの図である。所定クランク角、例えばATDC50度における目標燃焼割合を希薄燃焼時の目標燃焼割合としてマップ化したものから求め、制御装置12の記憶装置にメモリされている。負荷(Lx)とエンジン回転数(Rx)によって目標燃焼割合が決定される三次元の構成を示している。所定の運転条件(Lx, Rx)における目標燃焼割合はFMB_(Lx, Rx)として求められる。

【0093】運転状態に応じて目標燃焼割合データとして、複数のクランク角における目標燃焼割合データを持たせる。例えば燃焼初期の所定クランク角、燃焼後期の複数の所定クランク角の目標燃焼割合データを持たせる。

【0094】図6は4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。横軸はクランク角度、縦軸は燃焼圧力を示す。クランク角度が図示したa0～a5の6点における燃焼圧力P0～P5を換出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。a0は吸入から圧縮に移る下死点位置(BDC)であり、ほぼ大気圧に近い状態である。a1は圧縮開始後で火花点火前、a2はSにおいて火花点火後、上死点(TDC)に達する前のクランク角である。a3～a5の4点は上死点後の爆発行程におけるクランク角である。これら各点の圧力データに基づいて燃焼割合が算出される。なお、火花点火の実施されないディーゼルエンジンの場合には、F1のように、上死点近傍において燃料が噴射される。噴射開始後dのクランク角に相当する時間遅れて自然着火する。自然着火のクランク角がSとなる。点火火花式エンジンにおける点火時期の制御の替わりに本ディーゼルエンジンにおいては、燃料噴射時期の制御が実測燃焼割

特開平9-317522

16

台あるいは実測クランク角をそれぞれ目標燃焼割合あるいは目標クランク角との差異に基づいて実施される。噴射開始時期が進角・遅角制御され、かつ噴射終了時期は所定の噴射量が確保されるように制御される。

【0095】次に、図7で説明した希薄燃焼制御について詳細に説明する。図7は目標値を所定クランク角度における燃焼割合として持つ場合の希薄燃焼制御ルーチンのフローチャートである。

【0096】ステップS201：燃焼割合FMB(θ)の計算を実行し、ステップS202に移る。

【0097】ステップS202：カウンタFCOUNTが0(点火時期制御を設定回数実行済)の時、燃料供給量を操作するためステップS203に移る。そうでない時点火時期の補正制御を行なうためステップS207に移る。

【0098】ステップS203：燃焼割合FMB(θ)が判定基準値FMBX以上ならばステップS204に移る。そうでなければステップS205に移る。

【0099】ステップS204：燃料供給量補正係数FTDを減量側の燃料供給量補正刻みFTDDにより所定値減量側に操作し、ステップS206に移る。

【0100】ステップS205：燃料供給量補正係数FTDを増量側の燃料供給量補正刻みFTDIにより所定値増量側に操作し、ステップS206に移る。

【0101】ステップS206：カウンタFCOUNTに点火時期制御の実行回数FCMAXをセット(次からは点火時期制御を実行するように)してリターンする。

【0102】ステップS207：点火時期の補正制御ルーチンを実行して点火時期の最適化を図り、ステップS208に移る。

【0103】ステップS208：カウンタFCOUNTから1減じてリターンする。

【0104】図8は最適な着火時期、燃焼スピードを点火時期、燃料供給量のフィードバック補正制御にて得ることにより出力変動やHCの排出量の悪化を招くことなく希薄化でき、燃費を向上してNOxの排出も抑えることができる制御ルーチンのフローチャートを示す。

【0105】複数のクランク角における目標燃焼割合を持ち、このうち早期の燃焼割合を着火時期を制御するための目標値とし、またすくなくとも2つのクランク角の間の燃焼割合の変化割合を燃焼速度制御のための目標値とする。

【0106】着火時期制御は点火時期を、燃焼速度制御は燃料供給量の操作量とする。この操作量は目標値と検知値との差分をフィードバックすることにより決定する。

【0107】ステップS500：希薄燃焼時の目標データとして記述されているマップから現在のエンジン回転数、負荷に対応した複数のクランク角における目標燃焼割合を読み出す。以上を行い、ステップS501に移る。

50

(10)

特開平9-317522

17

【0108】ステップS501：ステップS500で読み取った複数の目標割合から目標燃焼速度の計算を行う。例えば、目標燃焼速度BSPDは2つのクランク角度における燃焼割合の変化分をクランク角度間隔で除したもので求められる。

$$[0109] \text{BSPD} \theta 12 = (FMB \theta 2 - FMB \theta 1) / (\theta 1)$$

$$FMB \theta 2 > FMB \theta 1, \theta 2 > \theta 1$$

ステップS500でマップから読み取る目標値が燃焼スピードして設定されている場合はステップS501の実行は不要である。以上を行いステップS502に移る。

【0110】ステップS502：目標燃焼割合が設定されている複数のクランク角における実際の燃焼割合を計算する（以降検知値、検知燃焼割合ということもある。）。これから燃焼スピードもステップS501と同様の式で計算する。次にステップS503に移る。

【0111】ステップS503：目標値と検知値との偏差を取る。例えば、燃焼割合の偏差△FBMは検知燃焼割合FMBは検知燃焼割合FMB(θ1)と目標燃焼割合FMBθ1の差により求められる。

【0112】 $\Delta FMB = FMB(\theta 1) - FMB \theta 1$
同様に燃焼スピードの偏差△BSPDは検知燃焼スピードBSPD(θ12)と目標燃焼スピードとBSPDθ12の差により求められる。

【0113】

$$BSPD = BSPD(\theta 12) - BSPD \theta 12$$

以上を計算してステップS504に移る。

【0114】ステップS504：燃料供給量補正制御のフィードバック禁止フラグを確認する。フィードバック禁止フラグがONの時はステップS509に移り燃料供給量の補正制御を行わない。また、フィードバックフラグがOFFのときはステップS505に移り、処理を続ける。燃焼供給量補正制御のフィードバック禁止フラグは希薄燃焼運転モード中であってもONされる場合がある。例えば、気筒間のばらつきを認識するために強制的にリッチにする場合や排気ガス浄化率向上を目的としてリッチにする場合などがある。このようなときは所定サイクルまたは所定時間の間ONされるようになっていく。以上を行いステップS505に移る。

【0115】ステップS505：燃料供給量の補正制御はディレーサイクル中かどうか判断する。ディレーサイクルとは補正にインターバルを持たせて実行するためのサイクルである。これにより応答の遅れ、サーボ的な変動を吸収する。補正制御はディレーカウンタが0となると実行され、ステップS506に移る。そうでないときは、ステップS506に移る。

【0116】ステップS506：ここでは目標値と検知値の偏差が許容値内かどうか確かめる。この許容値を設けてエンジンのハンチングを防止する。許容値内ならば補正制御をせずステップS508に移る。そうでなければ

10

18

はステップS507に移り、燃料供給量の補正制御を実行する。

【0117】ステップS507：図10の燃料供給量の補正ルーチンを実行しステップS508に移る。

【0118】ステップS508：次回から所定回数ディレーサイクルとなるようにディレーカウンタに所定値をセットし、ステップS509に移る。

【0119】ステップS508b：燃料供給量補正制御のディレーカウンタから1減し、ステップS507bに移る。

【0120】ステップS507b：偏差の平均化を行う。また、検知値の変動率を計算し燃焼の安定度を求めて補正の妥当性を評価することもできる。以上を行い補正することなくステップS509に移る。

【0121】ステップS509：点火時期補正制御のディレーサイクルかどうか判定する。ディレーサイクルとは補正にインターバルをもたせて実行するためのサイクルでありサーボ的な変動を吸収する。補正制御はディレーカウンタが1になると実行されステップS510に移る。そうでないときはステップS510bに移る。

【0122】ステップS510：ここでは目標値と検知値の偏差が許容値内かどうか確かめる。この許容値によりエンジンのハンチングを防止する。許容値内ならば補正制御せずステップS512に移る。そうでなければステップS511に移り点火時期の補正制御を実行する。

【0123】ステップS511：図9の点火時期の補正ルーチンを実行しステップS512に移る。

【0124】ステップS512：次回から所定回数ディレーサイクルとなるようにディレーカウンタに所定値をセットしてリターンする。

【0125】ステップS510b：点火時期補正制御のディレーカウンタから1減し、ステップS510bに移る。

【0126】ステップS511b：偏差の平均化を行う。また検知値の変動率を計算し期間の安定度を求めて補正の妥当性を評価することもできる。以上を行い補正をすることなくリターンする。

【0127】次に、図9は目標値を所定クランク角度における燃焼割合として待つ場合の点火時期補正制御のフローチャートである。この点火時期補正ルーチンの作用を図11に示す。

【0128】ステップS151：目標燃焼割合FMBと実際の値FMB(θ)との偏差△FMBを取り、ステップS152に移る。

【0129】ステップS152：偏差△FMBに従って、補正変化量g1をマップから読み取り、ステップS153に移る。

【0130】ステップS153：前回までの点火時期補正値IGTDに補正変化量g1を加えて点火時期補正値IGTDとし、ステップS154に移る。

40

50

(11)

19

【0131】ステップS154：点火時期補正値IGTDが正ならばステップS155aに移る。負又は0ならばステップS155bに移る。

【0132】ステップS155a～ステップS156a：点火時期補正値IGTDが過角側のリミットIGTDSに入っているなければ、ステップS156aを実行して制限をかけてリターンする。リミットIGTDSに入っているならばそのままリターンする。

【0133】ステップS155b～ステップS156b：点火時期補正値IGTDが過角側のリミットIGTDRに入っているなければ、ステップS156bを実行して制限をかけてリターンする。リミットIGTDRに入っているならばそのままリターンする。

【0134】次に、補正値を偏差に応じて計算する場合の燃料供給量補正ルーチンを、図10に示す。この燃料供給量補正ルーチンの作用を図12に示す。

【0135】ステップS171：目標燃焼割合FMBと実際の値FMB(θ)との偏差 ΔFMB をとり、ステップS172に移る。

【0136】ステップS172：偏差 ΔFMB に従って補正変化量 Δf をマップから読み取り、ステップS173に移る。

【0137】ステップS173：前回までの燃料供給量の補正値FTDに補正変化量 Δf を加えて燃料供給量の補正値FTDとし、ステップS174に移る。

【0138】ステップS174：燃料供給量の補正値FTDが正ならばステップS175aに移る。負又は0ならばステップS175bに移る。

【0139】ステップS175a～ステップS176a：燃料供給量の補正値FTDが増量側のリミットFTDMXに入っているなければ、ステップS176aを実行して制限をかけてリターンする。リミットFTDMXに入っているならばそのままリターンする。

【0140】ステップS175b～ステップS176b：燃料供給量の補正値FTDが減量側のリミットFTDMNに入っているなければ、ステップS176bを実行して制限をかけてリターンする。リミットFTDMNに入っているならばそのままリターンする。

【0141】このような希薄燃焼制御では、燃焼ばらつき、HC排出量を低減しつつ限りなく希薄化する。制御目標値として、希薄燃焼制御のための目標値マップを持っている。

【0142】HC排出量の増大や出力不安定の許容限界を判定するために、燃焼後期の燃焼割合、又はクランク角度を目標値とする。例えば、(a) クランク角度TD $C50^\circ$ における燃焼割合、(b) 燃焼割合70%のクランク角度を目標値として設定することができる。

【0143】この目標値は燃焼悪化の許容限界を示している。(a)の場合では燃焼割合が目標値より小さい時、(b)の場合では目標値より大きい時悪化状態を示す

特開平9-317522

20

していることになる。

【0144】希薄燃焼制御ルーチンは、各エンジン回転ごとに実行される燃焼割合制御ルーチンのサブルーチンであり、運転状態によりメインルーチンで決定される制御モードが希薄燃焼制御の時に実行される。

【0145】この希薄燃焼制御ルーチンが実行されると予め求められている目標値をロード又実際の燃焼割合を計算して、点火時期と燃料供給量の補正制御を交互に行ない補正値をストアする。

【0146】燃焼割合が判定基準内以上であれば更に希薄化が可能であると判定し、燃料を所定量減少する。そうでない時はこれ以上希薄化不可能と判定して燃料を所定量増量する。これらのように燃料供給量を操作した後の数サイクルは点火時期の補正制御を実行して点火時期を最適可し燃焼割合が目標値になるようにする。

【0147】図13は燃料供給量を変化させた時の燃焼割合の変化の傾向を示すグラフである。8Aは適正A/Fよりもリッチの場合、8Bは適正A/Fの場合、8Cは適正A/Fよりもリーンの場合を示し、所定クランク角

26 (例えばB)における実測の燃焼割合が、目標燃焼割合(例えばA)よりも大きいa1であれば燃料を減量する。また、目標燃焼割合(例えばA)よりも小さいa2であれば燃料を増量する。

【0148】また、所定燃焼割合(例えばA)に逆する実測のクランク角が、目標クランク角(例えばB)よりも大きいb2であれば燃料を増量する。目標クランク角(例えばB)よりも小さいb1であれば燃料を減量する。

【0149】すなわち、少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定した燃料供給量の初期値とのデータを持ち、所定クランク角における燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、所定燃焼割合に到達するクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するかの一方、この所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小さな時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が大きな時燃料供給量を減少するか、あるいはこの所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が造んでいる時燃料供給量を増加し、検知クランク角の方が造んでいる時燃料供給量を減少するかのいずれかの燃料供給量制御を実施することにより希薄燃焼を可能とし、排気エミッションを低下しつつ、燃費を向上させる。

【0150】図14は点火時期操作による燃焼割合FMの変化を示す図である。10Aは適正点火時期より進角している場合、10Bは適正点火時期、10Cは適正

(12)

21

点火時期より遅角している場合を示し、所定クランク角（例えばB）における実測の燃焼割合が、目標燃焼割合（例えばA）より大きい α_1 であれば遅角する。また、目標燃焼割合（例えばA）より小さい α_2 であれば造角する。

【0151】また、所定燃焼割合（例えばA）に達する実測のクランク角が、目標クランク角（例えばB）より大きい β_2 であれば造角する。目標クランク角（例えばB）より小さい β_1 であれば遅角する。

【0152】すなわち、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した点火時期の初期値をデータとして持ち、所定クランク角における燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、所定燃焼割合に到達するクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するかの一方、この所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる点火時期を進め、検知燃焼割合の方が大なる点火時期を遅らせるか、あるいはこの所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時点火時期を進め、検知クランク角の方が進んでいる時点火時期を遅らせるかのいずれかの点火時期制御を実施することにより、希薄燃焼を可能とし、排気エミッションを低下しつつ、燃費と向上させる図15は希薄燃焼制御を実行したときのデータの変化を示すグラフである。図15(a)はA/F値の変化を示し、図15(b)は点火時期操作による目標燃焼割合FMBの変化を示し、図15(c)は点火時期補正値IGTを示し、図15(d)は燃料供給量補正值を示している。希薄燃焼制御が開始されると、A/F値が適正値で一定になるように、点火時期操作による目標燃焼割合FMBにに基づき、点火時期補正値IGTにより造角・遅角、燃料供給量補正值により増量・減量の補正を行ない、燃料供給量補正值制御では、燃料供給量の初期値のデータを持っており、これに基づき適正な補正が行なわれる。

【0153】すなわち、希薄燃焼制御として、目標燃焼割合に許容幅を持たせ、マップデータの目標燃焼割合より大きい第1目標燃焼割合と、マップデータの目標燃焼割合より小さい第2目標燃焼割合とを設定し、検知燃焼割合の方が第2目標燃焼割合より小なる時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が第1目標燃焼割合より大なる時燃料供給量を減少し、検知燃焼割合が第1目標燃焼割合と第2目標燃焼割合の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするか、目標クランク角に許容幅を持たせ、マップデータの目標クランク角より進んだ第1目標クランク角と、マップデータの目標クランク角より遅

特開平9-317522

22

れた第2目標クランク角とを設定し、第1目標クランク角より検知クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少し、検知クランク角の方が第2目標クランク角より遅れている時燃料供給量を増加し、検知クランク角が第1目標クランク角と第2目標クランク角の間にある時、燃料供給量を変化させないようにするかのいずれかの燃料供給量制御を実施すると良い。あるいは、負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、上記第1目標燃焼割合、第2目標燃焼割合及び検知燃焼割合との大小関係に基づく制御か、上記第1目標クランク角、第2目標クランク角及び検知クランク角との間の進角遅角関係に基づく、燃料供給量制御あるいは点火時期制御の一方、あるいは両方を実施する。

【0154】図16はA/F値が希薄状態で所定クランク角ATDC50°の時の燃焼割合とHC、NOx排出量の相関を示すグラフである。また、図17はA/F値が希薄状態で所定クランク角ATDC50°の時の燃焼割合と出力ばらつきの相関を示すグラフである。例えば、所定クランク角ATDC50°の時の燃焼割合FMB_iが70%であり、HC、NOx排出量が少なく、出力ばらつきも小さい。

【0155】また、目標クランク角は、図18のマップデータにより求めることができる。即ち、図18では横軸に負荷(L)と、縦軸に所定燃焼割合に達すべき目標クランク角CRAとしており、所定燃焼割合、例えば60%、70%、80%等に達すべき目標クランク角CRA_i。_(Rx, Lx)が実際のエンジン回転数_{rpm(Rx)}と、実際のエンジン負荷_(Lx)の場合には、マップより求められる。目標クランク角CRA_i_(Rx, Lx)は、i=1~nとして求められる。正常燃焼状態が得られる時の所定燃焼割合に到達するクランク角値データとして、複数の燃焼割合に到達するクランク角値データを持たせる。

【0156】図19はA/F値が希薄状態で燃焼割合70%の時のクランク角度とHC、NOx排出量の相関を示すグラフである。図20はA/F値が希薄状態で燃焼割合70%の時のクランク角度と出力ばらつきを示すグラフである。例えば、所定燃焼割合FMB_{i,j}が70%の時のクランク角度θ_{i,j}がATDC50度であり、HC、NOx排出量が少なく、出力ばらつきも小さい。

【0157】図21は前記2サイクルエンジンの燃焼割合計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンと図6と同様の、燃焼室圧力のグラフである。前述のように、6点のクランク角度において燃焼室圧力データがサンプリングされる。図中Aの範囲内は排気ポートが閉口しているクランク角領域であり、Bの範囲内は掃気ポートが閉口しているクランク角領域である。各クランク角度(a0~a5)の採り方及び計算方法は前述の4サイクルエンジンと実質上同じで

50

(13)

23

あり、図3の割込みルーチン①のステップS113で、クランク角度が図示したa0～a5の6点における燃焼圧力P0～P5を検出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。この発明の各実施例は化油器により燃焼を供給するものでも採用可能である。

【0158】なお、上記した希薄燃焼制御において、負荷が所定値より小さいか或いはエンジン回転数が所定値より少ないかの内少なくとも一方のとき、前記検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づき点火時期制御と、前記燃料供給量制御とを実施する一方、負荷或いはエンジン回転数が前記条件にない時前記燃焼割合に基づく点火時期制御のみを実施しても良い。

【0159】あるいは、点火時期制御と燃料供給量制御とを、交互に実施しても良い。この場合、点火時期制御についてはマップデータの目標燃焼割合より大きい第1目標燃焼割合より検知燃焼割合が大きい場合点火時期を遅角し、マップデータの目標燃焼割合より小さい第2目標燃焼割合より検知燃焼割合が小さい場合点火時期を進角し、検知値が第1と第2の目標燃焼割合の中間値である場合そのままの点火時期に保持する制御を行い、燃料供給量制御については、第2目標燃焼割合以下に検知燃焼割合がなる時燃料を減量し、それ以外の第2目標燃焼割合より大きい場合には常に燃料を増量する制御を行うようにしても良い。

【0160】また、交互に実施するに当たり、第1の所定回数の点火時期制御と、第2の所定回数の燃料供給量制御を交互に実施しても良い。

【0161】この制御において、第1の所定回数より第2の所定回数を多くした。

【0162】上記実施例の希薄燃焼制御において、少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定すると共に、エンジン負荷が小なるほど、希薄混合気の空燃比を大きくできるよう設定した燃料供給量の初期値とのデータを持つようにして良い。また、検知燃焼割合或は検知クランク角に基づく点火時期制御と、燃料供給量制御とを実施する、負荷が所定値より小さいかあるいはエンジン回転数が所定値より少いのかの内少なくとも一方の第1の運転条件の時使用する目標燃焼割合を、検知燃焼割合或は検知クランク角に基づく点火時期制御のみを実施する第2の運転条件の時使用する目標燃焼割合より小さくするようにしても良い。

【0163】また、検知燃焼割合或いは検知クランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までのクランク角と、圧縮行程開始から点火までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角からなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検知し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしても良い。

特開平9-317522

24

【0164】

【発明の効果】前記したように、請求項1記載の発明は、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる時燃料供給量を増加し、検知燃焼割合の方が大なる時燃料供給量を減少するか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を増加し、検知値クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少するかのいずれかの燃料供給量制御を実施するから、所定クランク角までの燃焼割合に基づき燃料供給量制御を行ない排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。

【0165】請求項2記載の発明は、目標燃焼割合に許容帽を持たせマップデータの目標燃焼割合に基づき、また目標クランク角に許容帽を持たせマップデータの目標クランク角より燃料供給量制御を実施するから、簡単且つ正確に所定クランク角までの燃焼割合に基づき燃料供給量制御を行ない排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。燃焼割合を目標値（厳密に言えば目標値付近）に収めるためにはある程度の許容幅を設けて制御を停止しないと、データの読み取り誤差、外乱（ノイズ）や燃焼ばらつき等の影響によって燃焼割合のハンチングが大きくなってしまい影響を及ぼす。従って、許容帽が必要である。

【0166】希薄燃焼の目的は燃焼割合の目標値を端たず隣り希薄化していくことなので、許容範囲またはそれより大きいときは燃料を減量する。ところが、許容値より小さいときは希薄化しすぎているため燃料を増量する必要がある。

【0167】以上のように燃料の増減量の範囲（判定値）を燃焼割合の目標値と同一としないで許容範囲内で安定して希薄化が実現できる。

【0168】請求項3記載の発明は、負荷或いはエンジン回転数に基づき燃料供給量制御を行なうことで、エンジン出力を安定させることができる。

【0169】請求項4記載の発明は、1または複数の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる点火時期を進め、検知燃焼割合の方が大なる点火時期を遅らせるか、あるいはこの1または複数の所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時点火時期を進め、検知値クランク角の方が進んでいる時点火時期を遅らせるかのいずれかの点火時期制御を実施するから、所定クランク角までの燃焼割合に基づき点火時期制御を行ない排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能

(14)

特開平9-317522

25

とし燃費を向上させることができる。

【0170】請求項5記載の発明は、検知燃焼割合或いは検知クランク角に基づく燃料供給量制御と、燃焼割合に基づく点火時期制御の組み合わせて行なうことによって排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。また、最適点火時期にて希薄化を行うため、燃料供給量制御のみで行った場合より、さらに希薄化でき燃料の安定性も損なわない。

【0171】請求項6記載の発明は、点火時期制御と燃料供給量制御とを交互に実施し、異なる制御の組み合わせてによって排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。また、交互に行なうことにより、燃料供給量、点火時期適性を確認できる。

【0172】請求項7記載の発明は、第1の所定回数の点火時期制御と、第2の所定回数の燃料供給量制御を交互に実施して、さらに精密な制御を行なうことで排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。

【0173】請求項8記載の発明は、第2の所定回数より第1の所定回数を多くし、燃料供給量制御を行ない、適正な燃料供給量に近付けることができ、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。

【0174】なお、請求項7及び8記載の発明は、さらに、特に燃料供給量を変化させた時燃焼に反映するまでの時定数を吸収できるようになり、過補正を防ぐことができ燃焼の安定を確保できるという効果も有する。

【0175】請求項9記載の発明は、燃料供給量の初期値のデータを持ち、正確かつ容易な制御を確保し、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。

【0176】請求項10記載の発明は、第1の運転条件の時使用する目標燃焼割合を、点火時期制御のみを実施する第2の運転条件の時使用する目標燃焼割合より小さくすることで、燃料供給量制御を適正に行ない、排気エミッションを低下させつつ、希薄燃焼を可能とし燃費を向上させることができる。

【0177】請求項11記載の発明は、燃焼圧力を検知し、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。

【図2】エンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。

【図3】割込みルーチン①を示す図である。

【図4】割込みルーチン②を示す図である。

【図5】エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求めるためのマップの図である。

(15)

26

【図6】4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。

【図7】目標値を所定クランク角度における燃焼割合として持つ場合の希薄燃焼制御ルーチンのフローチャートである。

【図8】複数の目標値を所定クランク角度における燃焼割合として持つ場合の希薄燃焼制御ルーチンのフローチャートである。

【図9】目標値を所定クランク角度における燃焼割合として持つ場合の点火時期補正制御のフローチャートである。

【図10】補正值を偏差に応じて計算する場合の燃料供給量補正ルーチンである。

【図11】点火時期操作による燃焼割合FMBの変化を示す図である。

【図12】燃料供給量操作による燃焼割合FMBの変化を示す図である。

【図13】燃料供給量を変化させた時の燃焼割合の変化的傾向を示すグラフである。

【図14】点火時期操作による燃焼割合FMBの変化を示す図である。

【図15】希薄燃焼制御を実行したときのデータの変化を示すグラフである。

【図16】A/F値が希薄状態で所定クランク角ATD C50°の時の燃焼割合とHC、NOx排出量の相関を示すグラフである。

【図17】A/F値が希薄状態で所定クランク角ATD C50°の時の燃焼割合と出力ばらつきの相関を示すグラフである。

【図18】エンジン回転数及び負荷に応じた目標クランク角度を求めるためのマップの図である。

【図19】A/F値が希薄状態で燃焼割合70%の時のクランク角度とHC、NOx排出量の相関を示すグラフである。

【図20】A/F値が希薄状態で燃焼割合70%の時のクランク角度と出力ばらつきを示すグラフである。

【図21】2サイクルエンジンの軸トルク及び燃焼割合計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンの図6と同様の、燃焼室圧力のグラフである。

【符号の説明】

1 エンジン

9 クランク軸

10 リングギヤ

11 クランク角センサ

12 制御装置

13 燃焼室

25 酸素濃度センサ(O₂センサ)

26 湿度センサ

50 31 スロットル開度センサ

(15)

27

- 32 吸気管圧力センサ
34 热線式吸入空気量センサ
36 吸入空気温度センサ
105 インジェクタ

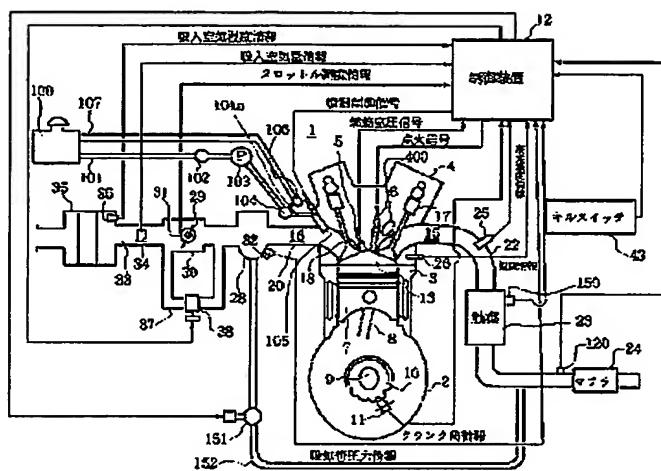
特開平9-317522

28

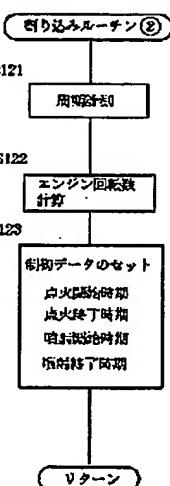
- * 106 レギュレータ
120 排気管温度センサ
150 船底温度センサ

*

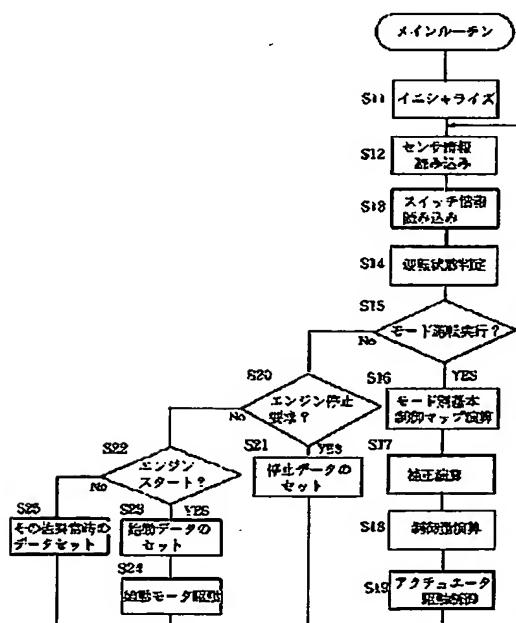
[図1]



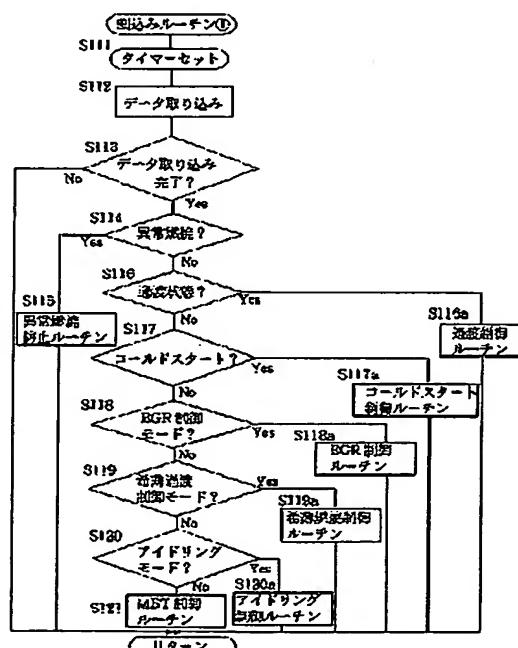
[図4]



[図2]



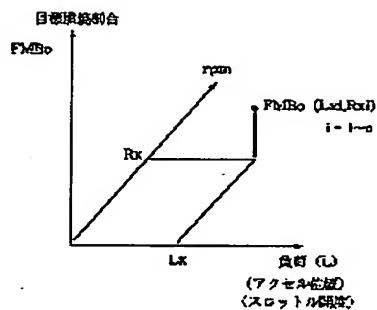
[図3]



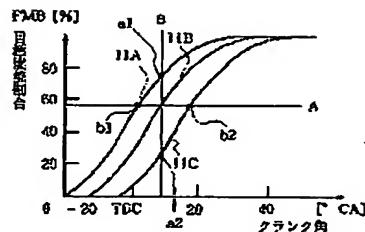
(16)

特開平9-317522

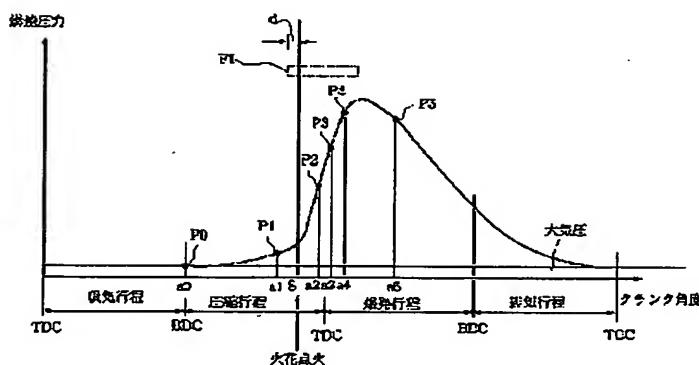
【図5】



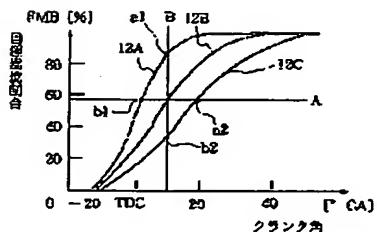
【図11】



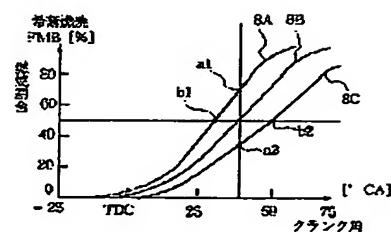
【図6】



【図12】



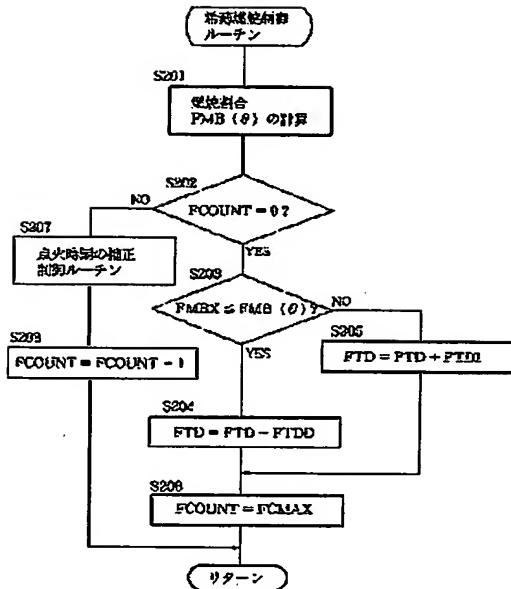
【図13】



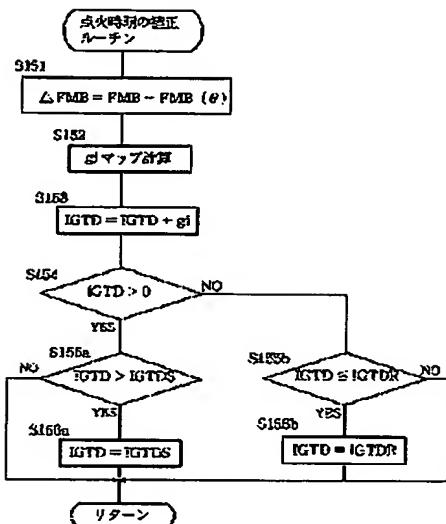
(17)

特開平9-317522

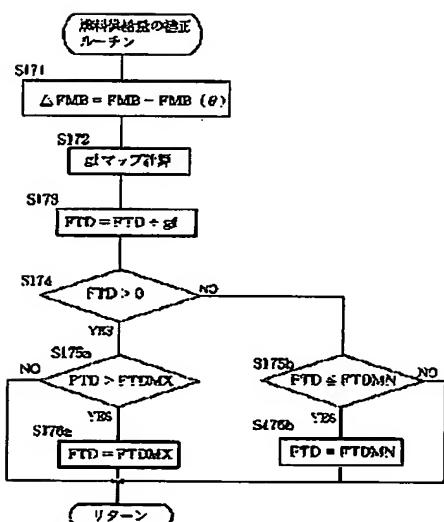
[図7]



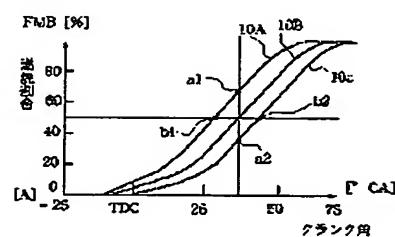
[図9]



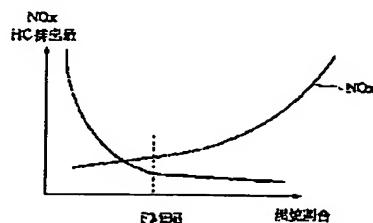
[図10]



[図14]



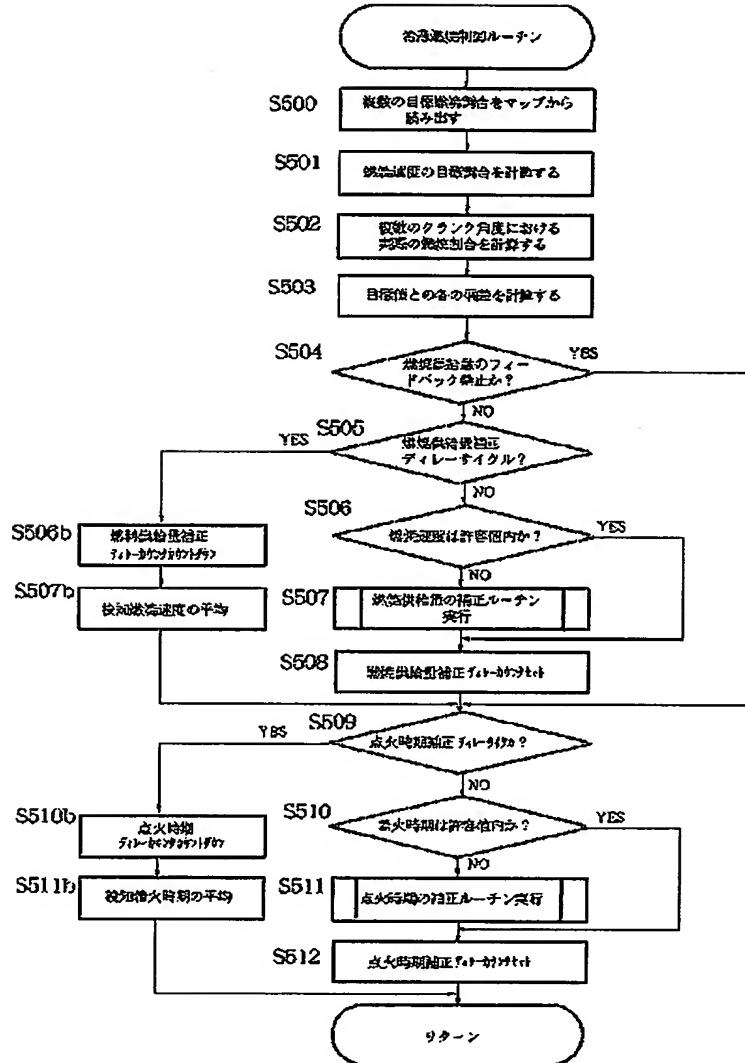
[図16]



(18)

特開平9-317522

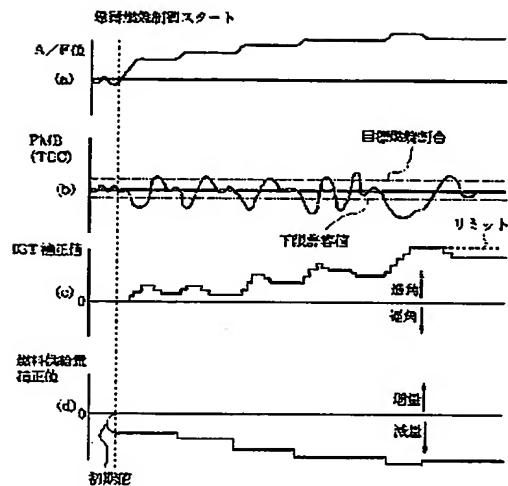
【図8】



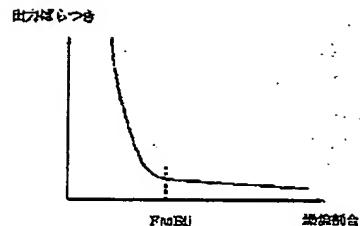
(19)

特開平9-317522

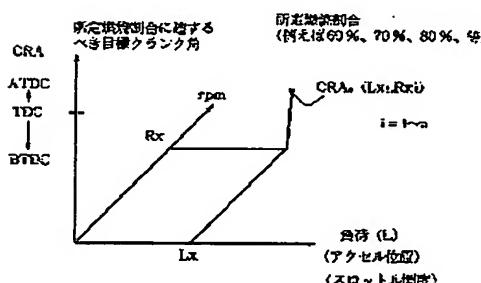
【図15】



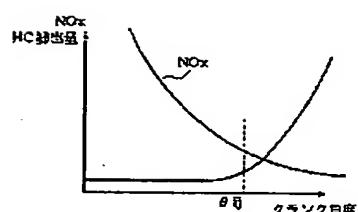
【図17】



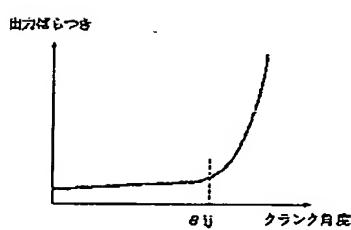
【図18】



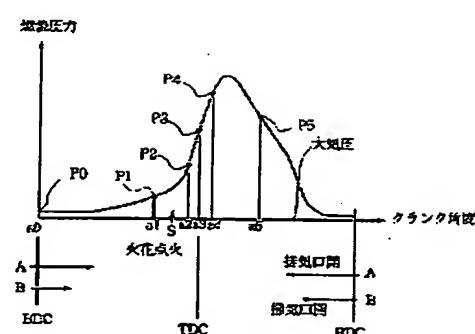
【図19】



【図20】



【図21】



(30)

特開平9-317522

フロントページの続き

| (51) Int.Cl.* | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------|-------|--------|--------------|---------|
| F 02 D 45/00 | 3 6 2 | | F 02 D 45/00 | 3 6 2 B |
| | 3 6 8 | | | 3 6 8 Z |
| | 3 7 6 | | | 3 7 6 C |
| F 02 P 5/15 | | | F 02 P 5/15 | B |
| 5/152 | | | | D |
| 5/153 | | | | |